

Comparaison de la population microbienne du rumen et de son métabolisme saisonnier chez les zébus et les ovins du Sénégal

par J. BLANCOU (*)

(avec la collaboration technique de A. NDOYE et A. NIANG)

RÉSUMÉ

La comparaison de la population microbienne du rumen et de son métabolisme saisonnier a été effectuée sur 208 zébus et ovins nourris sur pâturage naturel au Sénégal.

Cette comparaison portait sur le nombre et l'activité métabolique des bactéries et des protozoaires ciliés.

Aucune différence nette n'a pu être mise en évidence entre les ruminants du Sénégal et ceux des pays tempérés. Les ovins sénégalais hébergent une micropopulation plus abondante et plus active que les zébus, sauf en ce qui concerne la cellulolyse.

L'activité des 2 micropopulations, mais non leur nombre, décroît en saison sèche : celle des ovins est complémentaire de celle des bovins, en ce qui concerne les nutriments métabolisés.

Une des caractéristiques les plus frappantes de l'élevage en zone sahélienne est la résistance physiologique que sont capables d'offrir les ruminants qui y vivent aux conditions éprouvantes du milieu extérieur : température élevée, sécheresse, rareté de l'abreuvement, lignification des pâturages, carences en azote et en minéraux, etc...

Une des hypothèses fréquemment avancées pour expliquer cette adaptation des ruminants tropicaux (qui constitue une supériorité sur les races importées des pays tempérés) est celle d'une adaptation de la micropopulation ruminale par « sélection naturelle », aux conditions de vie de leur hôte.

Le but de la présente étude était donc :

- de réaliser une exploration quantitative et

qualitative de la micropopulation du rumen des zébus et ovins sénégalais nourris sur pâturage naturel ;

- de vérifier si elles différaient, ou se comportaient différemment, d'une espèce de ruminant à l'autre, et d'une saison à l'autre.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

MATÉRIEL

• Animaux

Les prélèvements objets des analyses sont effectués sur des animaux provenant de l'élevage extensif, nourris sur pâturage naturel, abattus à Dakar au cours des années 1975-1976.

• Prélèvements

Le prélèvement destiné à l'analyse est effectué au fond du sac ventral de la panse, aussitôt

(*) Laboratoire National de l'Élevage et de Recherches Vétérinaires, B. P. 2057, Dakar-Hann (Sénégal).

après l'éviscération. Il est constitué par 500 ml de la phase liquide du contenu stomacal (« Jus de rumen »), qui sont immédiatement transportés au laboratoire en récipient hermétiquement clos. Selon la majorité des auteurs, et d'après des expériences antérieurement réalisées en milieu tropical (3) cette méthode est la plus simple et la plus fiable pour ce genre d'étude.

Au total 242 prélèvements ont été réalisés, au rythme moyen de 4 par semaine.

MÉTHODES

1. Numération

Protozoaires ciliés

La numération est effectuée en cellule étalonée, en respectant les conditions préconisées par D. SAUVANT (7) pour obtenir une bonne reproductibilité : homogénéisation constante, inclinaison de la pipette à 65 °C, etc...

Bactéries

Les bactéries font l'objet d'un dénombrement total par ensemencement des dilutions sériées en milieu gélosé (6) incubé à 38 °C. Ces milieux sont incubés pour moitié en aérobiose et pour moitié en anaérobiose (jarre anaérobie saturée de gaz carbonique et d'hydrogène). Nous n'avons pas effectué de numérations par groupes (cellulolytiques, amylolytiques etc...), qui auraient fait double emploi avec les mesures du métabolisme global.

2. Mesures du métabolisme global

Ne trouvant décrite ailleurs aucune technique de mesure du métabolisme *global* de la micropopulation du rumen isolé *in vitro*, nous avons adopté après de nombreux essais (manométrie, colorimétrie, dosages chimiques directs) une méthode inspirée de la *zero time rate method* de E. J. CAROLL (6).

• Principes

— Utiliser le « jus de rumen » pur, sans dilution, centrifugation ou addition de tampon, qui modifient l'équilibre écologique microbien.

— Ajouter systématiquement 10 p. 100 d'un filtrat de jus de rumen stérile (standard) pour réduire « l'effet substrat ». Cet « effet substrat » a pour origine l'addition éventuelle, à l'occasion du dernier repas de l'hôte, des facteurs de croissance qui pourraient favoriser le métabolisme de

sa microflore par rapport à une autre qui n'en pourrait bénéficier : en travaillant avec un milieu de culture comportant un excès de facteurs de croissance (apportés par les 10 p. 100 de filtrat) on élimine cette cause d'erreur.

— Faire les mesures de métabolisme 20 heures au plus après le début de l'incubation, délai au-delà duquel on ne peut plus extrapoler les résultats *in vitro* au métabolisme réel *in vivo*.

• Technique d'exécution

Cinq tubes à essai de 30 ml, dont 4 contenant les quantités requises de glucose, amidon, caséine et cellulose pour un taux final de 1 p. 100, sont remplis totalement du jus de rumen à analyser. Le tube est bouché, capuchonné (évacuation possible des gaz) et incubé à 38 °C.

Vingt heures plus tard, le pH des 5 tubes est déterminé au pH-mètre électrique. Ce pH est toujours plus faible dans les tubes contenant les 4 substrats métabolisés que dans le 5^e tube témoin : cette différence, exprimée en dixièmes d'unités de pH, est considérée comme « *index de métabolisation du substrat* ».

Cet index a été adopté après étude d'une série de 257 mesures des métabolismes, comprenant le dosage des acides gras volatils libérés en présence des 4 substrats-types de l'alimentation des ruminants : sucres, amidon, cellulose, protéines.

La corrélation établie à cette occasion entre l'augmentation du taux des acides gras volatils à la 20^e heure et l'abaissement du pH en présence des 4 substrats est mesurée par les 4 coefficients des corrélations : $r = 0,72$ (glucose) $r = 0,60$ (amidon) $r = 0,68$ (cellulose) $r = 0,67$ (caséine) tous significatifs au seuil $P < 0,01$.

3. Identification

Bactéries

L'identification des bactéries n'entrait pas dans le cadre de cette étude puisqu'il n'existe pas actuellement de normes permettant de déterminer l'activité métabolique du rumen en fonction des différentes espèces bactériennes qu'il héberge.

Protozoaires ciliés

Les protozoaires ciliés sont mieux connus à cet égard que les bactéries : la présence de

certaines espèces est reconnue comme associée à celle de substrats déterminés, ou à l'intensité de l'activité ruminale. Ces identifications sont faites soit directement (état frais) soit, lorsque cela est nécessaire, après fixation (*).

4. Mesure du pH et du taux d'acides gras volatils

Ces mesures sont effectuées au pH-mètre électrique et par chromatographie en phase gazeuse, selon des méthodes déjà décrites (5).

RÉSULTATS

Les résultats sont figurés sous la forme de 3 tableaux exposant, pour les trois périodes bio-climatiques principales, chez les zébus et les ovins :

(*) Nous remercions très vivement M^{me} A. BON-HOMME-FLORENTIN, du Laboratoire de Zoologie de la faculté des Sciences de Reims, d'avoir bien voulu nous guider dans les déterminations quantitatives et qualitatives de la microfaune. Une étude détaillée comparant les microfaunes des ruminants sénégalais sera publiée ultérieurement en collaboration.

TABL. N°I-Comparaison du nombre de bactéries et de protozoaires ciliés** aux trois périodes bio-climatiques, chez les zébus et les ovins.

Période	Catégories microbiennes	Z é b u s	O v i n s
Hivernage	Bactéries ($\times 10^6$)	340/ml \pm 266	695/ml \pm 466
	Ciliés ($\times 10^3$)	61/ml \pm 31,6	68,5/ml \pm 24,6
Post-hivernage	Bactéries ($\times 10^6$)	403/ml \pm 430	732/ml \pm 570
	Ciliés ($\times 10^3$)	51,66/ml \pm 16,66	62,74/ml \pm 29,2
Saison sèche	Bactéries ($\times 10^6$)	392/ml \pm 318	840/ml \pm 540
	Ciliés ($\times 10^3$)	23,32/ml \pm 12,64	85,52/ml \pm 25,12
Moyenne par millilitre		391 \pm 295 $\times 10^6$ bactéries aéro-anaérobies et 38 260 \pm 27 250 ciliés	825 \pm 488 $\times 10^6$ bactéries aéro-anaérobies et 75 760 \pm 27 500 ciliés

** En ce qui concerne les protozoaires ciliés des données plus complètes seront publiées ultérieurement.

TABL. N°II-Comparaison des index de métabolisation de quatre substrats aux trois périodes bio-climatiques chez les zébus et les ovins.

Période	Index de métabolisation	Z é b u s	O v i n s
Hivernage	Glucose	11,95 \pm 4,38	11,75 \pm 4,76
	Amidon	6,66 \pm 2,37	6,06 \pm 2,4
	Caséine	1,70 \pm 1,6	1,84 \pm 1,13
	Cellulose	4,79 \pm 2,8	1,27 \pm 1,3
Post-hivernage	Glucose	14,8 \pm 2,98	12,28 \pm 3,76
	Amidon	7,53 \pm 2,05	8,64 \pm 1,97
	Caséine	2,61 \pm 2,1	2,25 \pm 1,85
	Cellulose	3,21 \pm 0,95	2,17 \pm 2,1
Saison sèche	Glucose	7,44 \pm 2,75	8,88 \pm 3,66
	Amidon	4,41 \pm 1,95	6,97 \pm 2,3
	Caséine	1,85 \pm 1,1	2,21 \pm 1,3
	Cellulose	2,59 \pm 1,2	2,1 \pm 0,94
Moyenne générale par espèce		Glucose : 10,65 \pm 3,1 Caséine : 2,09 \pm 1,4 Amidon : 5,87 \pm 2,2 Cellulose : 3,28 \pm 1,7	Glucose : 10,91 \pm 3,9 Caséine : 2,18 \pm 1,6 Amidon : 7,51 \pm 2,1 Cellulose : 2 \pm 1,1

TABL. N°III-pH et taux des acides gras volatils (g/l) aux trois périodes bio-climatiques chez les zébus et les ovins.

Période bio-climatique	pH acides gras volatils	Z é b u s	O v i n s
Hivernage	pH	6,90 \pm 0,17	6,45 \pm 0,11
	A. acétique	1,51 \pm 0,22	1,63 \pm 0,28
	A. propionique	0,40 \pm 0,07	0,56 \pm 0,11
	A. butyrique	0,20 \pm 0,06	0,37 \pm 0,1
	A.G.V. totaux	2,11 \pm 0,29	2,56 \pm 0,48
Post-hivernage	pH	6,61 \pm 0,08	6,36 \pm 0,20
	A. acétique	1,28 \pm 0,12	1,21 \pm 0,21
	A. propionique	0,41 \pm 0,01	0,43 \pm 0,07
	A. butyrique	0,17 \pm 0,02	0,31 \pm 0,06
	A.G.V. totaux	1,86 \pm 0,19	1,95 \pm 0,34
Saison sèche	pH	6,78 \pm 0,09	6,56 \pm 0,09
	A. acétique	1,23 \pm 0,4	1,42 \pm 0,16
	A. propionique	0,40 \pm 0,04	0,47 \pm 0,06
	A. butyrique	0,16 \pm 0,02	0,29 \pm 0,04
	A.G.V. totaux	1,79 \pm 0,17	2,20 \pm 0,26
Moyenne générale par espèce		pH = 6,99 \pm 0,10 A.G.V. totaux = 2,04 \pm 0,19	pH = 6,49 \pm 0,14 A.G.V. totaux = 2,25 \pm 0,32

L'analyse statistique de ces tableaux a porté sur :

- Les moyennes : elles sont établies sur 208 observations (tabl. I, II) et 242 prélèvements (tabl. III) répartis au cours des années 1975-76. Elles sont suivies de l'indication de leur intervalle de confiance à P. 0,05.

- L'analyse de variance des données de base, entre espèces et périodes bio-climatiques.

De cette analyse statistique, il a été possible de tirer les conclusions suivantes :

- *Tableau n° I* : Les ovins hébergent une micropopulation significativement supérieure en nombre (P. 0,01 pour les bactéries et P. 0,01 pour les ciliés) à celle des zébus. Mais ces deux micropopulations ne diffèrent pas significativement d'une période à l'autre.

- *Tableau n° II* : La métabolisation des 4 substrats-type ne diffère significativement (P. 0,001)

qu'en ce qui concerne la cellulose (mieux utilisée par le zébu) et l'amidon (mieux utilisé par les ovins). En ce qui concerne les périodes bio-climatiques, seuls l'amidon et le glucose sont utilisés de façon significativement différente au cours de l'année (P. 0,001).

- *Tableau n° III* : Le pH intraruminal est significativement plus élevé chez le zébu que chez les ovins, de même qu'il varie significativement d'une période à l'autre (P. 0,01). Le taux global d'acides gras volatils est plus élevé chez les ovins (P. 0,001) et varie d'une période à l'autre dans les deux espèces (P. 0,05). Parmi ces acides gras volatils c'est le taux d'acide butyrique qui varie de la façon la plus significative entre espèces (P. 0,001) et périodes (P. 0,01).

CONCLUSION

Après étude détaillée des résultats ayant une signification statistique, et comparaison avec ceux obtenus par d'autres auteurs, il nous a paru possible de tirer des conclusions sur 3 points principaux.

(*) Nous avons adopté, pour partager l'année en périodes bio-climatiques, la convention actuellement admise au Sénégal, à savoir : « Hivernage » (ou saison des pluies) = mois de juillet-août et septembre, « Post-hivernage » = mois d'octobre-novembre et décembre, « Saison sèche » = reste de l'année.

1. Comparaison entre ruminants sénégalais et ruminants des pays tempérés

Une telle comparaison n'est envisageable qu'en ce qui concerne les numérations de bactéries et ciliés et la proportion des acides gras volatils totaux. Encore reste-t-elle très délicate du fait que les résultats sont bien souvent établis selon des méthodes différentes, et sur des sujets

différents soumis à des régimes de valeur nutritive très variables : ceci explique les fluctuations extrêmement étendues des « normes » relevées, pouvant atteindre le facteur 10^4 dans le cas des bactéries.

Selon les moyennes établies d'après les chiffres rapportés dans les revues générales du sujet (1, 2, 4, 6), le tableau comparatif s'établirait ainsi :

TABLEAU N° IV

Données Animaux	Bactéries revivifiables/ml	Ciliés/ml	Acides gras volatils		
			A. acétique p.100	A. propionique p.100	A. butyrique p.100
Zébu sénégalais	391×10^6	$0,38 \times 10^5$ **	66 \pm 7,2	20,28 \pm 3,1	13,72 \pm 2,2
Taurins européens	2 à 12 000 $\times 10^6$	$0,2 \text{ à } 10 \times 10^5$	58 à 63	19 à 26	14 à 19
Ovins sénégalais	825×10^6	$0,75 \times 10^5$ **	64,04 \pm 6,8	21,76 \pm 2,9	14,20 \pm 1,3
Ovins européens	70 à 970 $\times 10^6$	$31,4 \text{ à } 0,70 \times 10^5$	65 à 78	12 à 19	9 à 13

** chiffres des ciliés $\times 2$.

La lecture de ce tableau, et le rapprochement des données les plus comparables à celles recueillies au cours de notre étude semble montrer que les zébus n'ont pas une micropopulation particulièrement nombreuse ni plus active que celle des bovins des pays tempérés, et que les moutons restent moins dans les normes de leurs congénères européens. Ceci peut s'expliquer par la médiocrité du pâturage naturel dont dispose le ruminant au Sénégal, médiocrité que pourrait compenser plus aisément le mouton.

2. Comparaison entre les zébus et les ovins sénégalais

Notre étude ayant été réalisée avec les mêmes méthodes, la comparaison garde ici toute sa valeur.

A la lecture des 4 tableaux s'impose, à l'évidence, la supériorité de la micropopulation des ovins sur celle des zébus, tant en nombre qu'en activité métabolique à l'exception de l'activité cellulolytique. Ceci suggère :

1. que le zébu reste meilleur utilisateur du

pâturage grossier, à forte proportion de cellulose ;

2. mais que le mouton peut probablement sélectionner dans le pâturage naturel des aliments (repousses, feuilles, graines, fruits, écorces) inaccessibles aux zébus, dont les éléments nutritifs permettent l'entretien d'une micropopulation ruminale plus riche.

On redécouvre ici la complémentarité des deux espèces des ruminants en ce qui concerne l'exploitation de pâturage naturel sahélien.

3. Comparaison entre les 3 périodes bioclimatiques

De l'étude des 4 tableaux, il ressort que la micropopulation reste stable d'une période à l'autre, tant chez les zébus que chez les ovins.

Toutefois, cette micropopulation voit son activité croître notablement en hivernage, et surtout en post-hivernage, du fait de l'amélioration des conditions alimentaires. Tout se passe comme si cette micropopulation maintenait ses effectifs « en survie » en saison sèche, en attendant cette amélioration.

SUMMARY

Comparison of rumen microorganism population and their seasonal metabolic activity in Senegalese zebu cattle and sheep

Metabolic activity and number of rumen microorganisms were compared among 208 grazing zebu cattle and sheep in Senegal. No clear difference could be proved between Senegalese and European animals. Microorganisms are more numerous and active in sheep, except concerning cellulolytic activity. The activity of these microorganisms, but not their number, was decreasing significantly during dry season ; Sheep and cattle seem complementary for a good exploitation of natural pastures.

RESUMEN

Comparación de la población microbiana de la panza y de su metabolismo estacional en los cebues y las ovejas de Senegal

Se ha comparado la población microbiana de la panza y de su metabolismo estacional en 208 cebues y ovejas alimentados en pasto natural en Senegal.

Dicha comparación se refería al número y a la actividad metabólica de las bacterias y de los protozoarios ciliados.

No se pudo evidenciar ninguna diferencia entre los rumiantes de Senegal y los de los países templados. Las ovejas de Senegal hospedan una micropoblación más abundante y más activa que los cebues, excepto en lo concerniente a la celulólisis.

La actividad de las dos micropoblaciones, pero no su número, disminuye durante la estación seca : la de las ovejas es complementaria de la de los bovinos.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANNISON (E. F.), LEWIS (D.). Metabolism in the rumen. London, Methuen and Co Ltd, 1959.
2. BARNETT (A. J. G.), REID (R.L.) Reactions in the rumen. London, Edward Arnold, 1961.
3. BLANCOU (J.), RAZAFINDRAMANANA (J.). Contribution à l'étude de la population microbienne du rumen des zébus malgaches. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1974, **27** (3) : 265-269.
4. BONHOMME FLORENTIN (A.). Quelques aspects du rôle des ciliés entodiniomorphes et des bactéries dans la physiologie de la panse des ruminants. Etude des relations entre ces deux micropopulations. *Annls Univ. A. R. E. R. S.*, Reims, 1973 (11) : 47-68.
5. CALVET (H.), BOUDERGUES (R.), REMESY (C.), ARCHAMBAULT de VENCAY (J.). Recherches sur le métabolisme du rumen chez les bovins tropicaux. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1970, **24** (2) : 287-296.
6. HUNGATE (R. E.). The rumen and its microbes New York, Acad. Press., 1966.
7. SAUVANT (D.), GOUET (P.). Comparaison des deux techniques pour dénombrer les protozoaires du rumen et précision obtenue. *Annls Biol. anim. Bioch. Biophys.*, 1970, **10** (4) : 689-696.